

превышения НРБ-99/2009 в отдельных измерениях МЭД гамма-излучения обусловлены, либо загруженностью улиц автомобильным транспортом, либо повышенным содержанием естественных дозообразующих радионуклидов. Стоит отметить, что средние МЭД в г. Кисловодске и г. Пятигорске примерно до двух раз выше, чем на равнинных территориях. Это обусловлено влиянием космического излучения и солнечной радиации в регионе исследования. Результаты, полученные в настоящей работе сопоставимы с данными, полученными ранее в работе [2] (0,15-0,30 мкЗв/ч).

В целом гамма-фон на территории некоторых городов Кавказских Минеральных Вод не превышает установленный в НРБ-99/2009. Необходимы дополнительные исследования радиационной обстановки в районе размещения рудников и хвостохранилищ для оценки потенциальной опасности для населения и окружающей среды.

Работа выполнена в рамках темы: «Экологически чистые материалы для инновационных мультифункциональных систем: от цифрового дизайна к производственным технологиям». (Открытый конкурс исследовательских лабораторий ЮФУ-2020).

Список публикаций:

[1] *Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Ставропольском крае в 2011 году».* 2011. 199 с.

[2] L. I. Khorzova. // *Procedia engineering*. 2016. № 150. P. 2031-2035.

## **Тритий и радиоуглерод в природных водах юга Европейской части России**

**Зайвий Виктор Сергеевич**

*Риттер Илона Викторовна, Валюхова Валерия Владимировна*

*Южный федеральный университет*

*Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.*

*[viktor-zayviy@rambler.ru](mailto:viktor-zayviy@rambler.ru)*

Исследования поведения долгоживущих радиоизотопов радиоуглерода и трития в окружающей среде являются актуальными в связи с развитием атомной ядерной промышленности, как на территории Российской Федерации [1,2], так и за рубежом [3].

С точки зрения радиоэкологического риска значительную опасность представляет собой долгоживущий изотоп  $^{14}\text{C}$ . В природной смеси изотопов углерода его количество составляет  $1 \cdot 10^{-10} \%$ .  $^{14}\text{C}$  – чистый  $\beta$ -излучатель,  $T_{1/2} = 5,70 \cdot 10^3$  л, максимальная энергия электронов 185 кэВ, средняя энергия 49,47 кэВ, максимальный пробег в веществе  $31 \text{ мг/см}^2$ , т. е. 0,38 мм в биологической ткани или воде и 23 мм в воздухе. Основной источник поступления  $^{14}\text{C}$  в биосферу – это его образование в атмосфере под действием космического излучения. В атмосфере  $^{14}\text{C}$  в основном находится в виде химической связи  $^{14}\text{CO}_2$ , так как быстро окисляется. В океане же он присутствует в виде растворенных в воде бикарбонатов [4].

В природе происходит постоянный круговорот углерода, благодаря которому осуществляется непрерывный обмен  $^{14}\text{C}$  между атмосферой, гидросферой, почвенным покровом и органическим миром. Наибольшие содержания  $\text{CO}_2$  наблюдаются в атмосфере (58%) и водной толще океанов (~35%), наименьшие – на континенте (~7%), в том числе на земной поверхности 4,5% и в поверхностных водоемах ~2,5% [5].

Тритий – радиоактивный изотоп водорода. Его ядро состоит из протона и двух нейтронов. Тритий, в природе, образуется в результате столкновения космического излучения с атомами в верхних слоях атмосферы. При распаде тритий превращается в изотоп гелия и испускается электрон и антинейтрино. Период распада трития составляет около 12 лет. При распаде выделяется 18,59 кэВ энергии, на электрон приходится всего 5,7 кэВ. Так как энергия бета-частиц очень мала, то электроны хорошо задерживаются преградами такими как одежда или резиновые перчатки. Но этот изотоп представляет радиационную опасность при попадании в организм, путём впитывания через кожу, вдыхания или употреблением вместе с пищей.

В данной работе были проведены исследования содержания трития и радиоуглерода в водных образцах, отобранных в различных водоемах Северного Кавказа. Все данные сравнивались с установленными Нормами радиационной безопасности [1]. Для определения содержания  $^{14}\text{C}$  в  $^3\text{H}$  воде использовали жидкосцинтилляционный радиометр спектрометрический SL-300. Объем пробы составлял 10мл, объем сцинтиллятора – 10 мл. Время экспозиции одной пробы – не менее 2 часа. Ниже представлены сводные данные по распределению трития и радиоуглерода в исследуемых водных пробах.

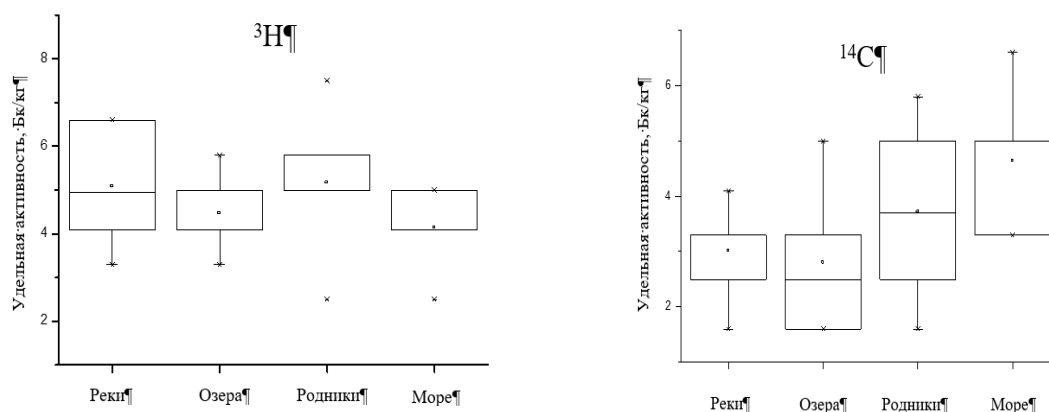


рис. 1. Активность  $^3\text{H}$  и  $^{14}\text{C}$  в водных объектах

Как правило (рис. 1), в реках отмечаются наибольшие вариации трития, наименьшие в морях. Это может быть обусловлено как особенностями поступления данного радионуклида в водоемы, так и различными гидродинамическими условиями рек и морей. Не стоит исключать и искусственный вклад трития в речные экосистемы. В бассейне реки Дон расположены две действующие АЭС (Нововоронежская и Ростовская). При этом содержание трития в водоемах Северного Кавказа примерно в 1000 раз меньше уровня вмешательства для данного радионуклида [1; 7600 Бк/кг].

Вариации  $^{14}\text{C}$  в природных водоемах достигают трех раз. Максимальные значения данного радионуклида фиксировались в морях. При этом удельная активность данного радионуклида также значительно ниже уровня вмешательства (240 Бк/кг [1]). Углерод – биогенен, встраивается в живые организмы, в том числе и в объекты микрофлоры и микрофауны.

В целом, необходимо отметить, что подобные исследования актуальны не только в области радиационной безопасности человека и окружающей среды, но и помогут решить различные задачи в области гидрогеологии (поступление загрязнителей в подземные воды) и экологии (оценка выбросов предприятий ядерной топливной энергетики).

Работа выполнена в рамках темы: «Экологически чистые материалы для инновационных мультифункциональных систем: от цифрового дизайна к производственным технологиям». (Открытый конкурс исследовательских лабораторий ЮФУ-2020).

Список публикаций:

- [1] Федеральный закон от 14 марта 1995 г. N 33-ФЗ "Об особо охраняемых природных территориях"
- [2] Радиоуглерод и тритий в водной системе Санкт-Петербургского региона / М. А. Кулькова [и др.] // Современные технологии. -2013. – С. 93-98.
- [3] An updated review on tritium in the environment / F. Eyrolle [and all] // Journal of Environmental Radioactivity. -2018. Vol. 181. – P. 128-137.
- [4] Радиоуглерод Том VI. Экологическая радиохимия и радиоэкология : учебное пособие / Бекман И.Н. // Мархотин П. Ю., 2015. — С. 130-136.
- [5] Радиоэкология: учебник для вузов / М. Г. Давыдов [и др.]. — Ростов н/Д : Феникс, 2013. — С. 383-385.

### **Радионуклиды в объектах биофлоры Республики Адыгея**

**Исаева Екатерина Викторовна**

**Пронина Екатерина Вячеславовна**

**Южный федеральный университет**

**Бураева Елена Анатольевна, к.х.н.**

**[ek.aterinaisaeva@mail.ru](mailto:ek.aterinaisaeva@mail.ru)**

В настоящее время для более точного контроля загрязнения окружающей среды используют различные методы мониторинга, один из которых – биоиндикация. Из-за уникальных морфологических и физиологических особенностей строения моховидных их уже на протяжении многих лет используют при оценки радиологической обстановки и загрязнения окружающей среды.

Задачей данной работы является оценка особенностей содержания и накопления искусственного  $^{137}\text{Cs}$  и естественных радионуклидов (РН) ( $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$ ) наиболее распространенным в регионах Северного Кавказа эпифитным мхом (*Pylaisia polyantha*).